

ОБЪЕДИНЕННАЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ

ОКБ им. А. Люльки – филиал ПАО «ОДК-УМПО»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор –
директор ОКБ им. А.Люльки –
филиала ПАО «ОДК-УМПО»

 Е. Ю. Марчуков

«24 » апреля 2023 г.

Конкурсная работа

в номинации «За создание новой технологии»

в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам 2022 года

«Разработка и сборка внешней обвязки авиационного двигателя с помощью
3D макета».

Москва 2023

Содержание

1. Термины, определения.....	3
2. Введение.....	3
3. Цель работы	4
4. Актуальность работы	4
5. Краткое описание работы.....	4
6. Результаты и практическая значимость выполненных работ.....	5
7. Заключение.....	5

1. Термины, определения

ДСЕ – детали и сборочные единицы

КД – конструкторская документация

Макет – изделие внешне соответствует боевому двигателю

Макетирование – предварительное изготовление трубопроводов

САПР – система автоматизированного проектирования

Стапель – ложемент для изготовления трубопровода

ЭГМ – электронная геометрическая модель

ЭМ - электронный макет в 3D пространстве

PDM –организационно-техническая система (Product Data Management)

2. Введение

Активное внедрение различных средств САПР и PDM в процесс разработки изделий ОКБ им. А. Люльки позволило перейти к созданию Электронных Макетов (далее ЭМ) изделий.

До недавних пор ЭМ лишь геометрически и структурно отражали уже существующие изделия, значительную роль в разработке которых играли натурные макеты.

Натурные макеты внешней обвязки изделий ГТД создаются на базе внешних корпусов изделия с целью установки агрегатов, датчиков системы САУ, а также для прокладки трубопроводов масляной, топливной, воздушной системы и размещение электрооборудования. Целью макета служит получить эталоны трубопроводов, длины электроргутов для выпуска КД. Натурный макет является образцом обвязки двигателей. Дополнительно он используется для примерки в мотогондолу объекта для оценки процесса установки, удобства монтажа, эксплуатационных подходов и обеспечения зазоров между двигателем и мотогондолой.

Изготовление натурных макетов, дальнейшая увязка с их помощью отдельных узлов и агрегатов, а также обвязка коммуникациями занимает значительное время и сопряжена со множеством различных трудностей, которые в совокупности значительно увеличивают время изготовления изделий, повышают стоимость и трудозатраты. Так же они требуют проведения значительных доводочных работ, так как только на этапе финальной сборки изделия выявляются многие отклонения, присущие входящим в его состав ДСЕ.

3. Цель работы

Натурные макеты при всей своей наглядности и удобства использования имеют ряд недостатков, таких как:

- Корпуса двигателя и агрегаты изготавливаются по упрощенной технологии в пределах допусков на их изготовление.
- Стапелия, изготовленные на базе макетных труб, имеют отклонения при последующем изготовлении боевых трубопроводов
- Трубопроводы, изготовленные по стапелям, имеют свои отклонения от геометрической формы
- В итоге накопленная погрешность геометрической формы трубопроводов требуют их значительной подгонки при установке на изделие
- Изготовление новой номенклатуры арматуры для макета значительно загружает производство
- Для предварительной примерки на объект требует больших логистических и транспортных затрат

Обеспечить сокращение этих и других отклонений в процессе разработки должен ЭМ.

4. Актуальность работы

Авиационный двигатель имеет большое количество трубопроводов, которые обеспечивают работоспособность узлов и агрегатов. Учитывая это, а также крайне ограниченные предельные габариты, частые изменения в принципиальных схемах и т.д., необходимо постоянно обновлять и менять связку коммуникаций, выполняя все требования по удобству их монтажа / демонтажа и последующего обслуживания изделий в эксплуатации. Тем не менее связка коммуникаций в ЭМ занимает гораздо меньше времени, чем если бы проводилась на натурном макете с учётом всех вышеуказанных переменных обстоятельств.

Разработанная в ЭМ связка коммуникаций вместе с расстановкой агрегатов с “нуля” позволяет во многом оптимизировать прокладку магистралей, произвести предварительный заказ материальной части и начать выпуск трубных заготовок задолго до оформления КД и изготовления узлов и агрегатов. Изготовленные по электронным моделям трубопроводы, собранные благодаря наличию ЭМ, где легко отслеживалось их взаимное расположение, позволили в кратчайшие сроки произвести связку и приступить к испытаниям нового двигателя

5. Краткое описание работы

Цифровой макет, на этапе создания, позволяет плотно взаимодействовать с заказчиком, «на ходу» решая вопросы удобствастыковки, габаритов изделия, эксплуатационных подходов, процесса закатки, крепления в объекте, монтажей объекта.

Благодаря глубокой проработке отпадает необходимость предварительной примерки натурного макета в объект, в частности в мотогондолу заказчика.

Одна из самых важных частей процесса разработки всей внешней обвязки изделия, является формирование редукторов приводных агрегатов двигателя и самолета, а также расстановка неприводных агрегатов, так как заложенные здесь решения впоследствии задают внешний облик всего изделия. Верное расположение агрегатов на начальном этапе позволяет обеспечить их более быстрый и удобный монтаж при изготовлении серийных изделий.

По мере формирования первичного облика изделия можно проводить множество итераций по его компоновке, что в конечном итоге позволяет выбрать оптимальный вариант, который обеспечит высокий уровень сборки и эксплуатации коммуникаций. Изготовление первых комплектов трубопроводов выполнялось на основании ЭГМ труб, благодаря которым на трубогибе были заранее изготовлены все трубные заготовки, а также скомплектована вся необходимая арматура. Из готовых трубных заготовок и арматуры на натурном макете происходила окончательная сборка каждой трубы и проверка её соответствия ЭГМ и оформленной КД, после чего она ставилась на макет и увязывалась с агрегатами и остальными коммуникациями.

Наличие предварительно проработанных элементов крепежа, арматуры и прокладки трубопроводов позволило сделать предварительный заказ материальной части, в сжатые сроки оформить КД и утвердить ЭГМ трубопроводов, кронштейнов и прочих ДСЕ изделия. После проработки всех ДСЕ трубопроводов, кронштейнов и прочих элементов изделия в ЭМ он приобретает законченный вид, благодаря чему предоставляет полное представление о том, как производить обвязку авиадвигателя.

6. Результаты и практическая значимость выполненных работ

- Повысилось качество и сократилось время увязки облика изделия и мотогондолы заказчика. Отпала необходимость в предварительной примерке натурного макета перед поставкой первого от партии изделия новой номенклатуры.
- Уменьшилось время на выпуск КД в части внешних коммуникаций, электрооборудования и новой арматуры, что обусловлено большим количеством трубопроводов (в среднем от 250 до 300 трубопроводов), новыми кронштейнами и уникальной арматурой. Многие процессы удалось вести параллельно друг другу для обеспечения опережающего эффекта.
- Благодаря использованию новых методов изготовления трубопроводов с помощью трубогибочного устройства повысилась точность их изготовления, что привело к сокращению труб, подгоняемых по месту при сборке примерно до 10% от общего количества.
- Благодаря электронному макетированию электрокоммуникаций были оптимизированы трассы и длины жгутов, исключая их излишки, либо

недостатки. Проводится более тщательная проработка мест крепления и их номенклатура.

- В настоящее время осваивается технология изготовления сварных и паяных трубопроводов с помощью универсальной УСП производства ООО «НьюЛайн Инжиниринг». Приспособление позволяет выставлять арматуру по цифровым моделям и организовывать полную технологическую цепочку производства трубопроводов
- С помощью 3D макета общие временные затраты на изготовление внешней обвязки удалось уменьшить примерно на 6-8 месяцев.

7. Заключение

Все положительные результаты подобного упрощения и оптимизации конструкции, изготовления труб по ЭГМ и сборки изделия по ЭМ смогут в полной мере проявить себя в серийном изготовлении.

Уже сейчас можно с уверенностью утверждать, что высокая точность и качество проработки ЭМ позволило избежать многих доработок, нестыковок, ошибок при изготовлении.

За счет применения ЭМ значительно сокращается время создания внешней обвязки, что существенно приближает к цели упрощая процесс выпуска КД.

ЭМ повысил экономическую эффективность разработки путем значительного сокращения расходов на материалы, что существенно повлияло на снижение стоимости и повышения доходности проектов в целом.

недостатки. Проводится более тщательная проработка мест крепления и их номенклатура.

- В настоящее время осваивается технология изготовления сварных и паяных трубопроводов с помощью универсальной УСП производства ООО «НьюЛайн Инжиниринг». Приспособление позволяет выставлять арматуру по цифровым моделям и организовывать полную технологическую цепочку производства трубопроводов
- С помощью 3D макета общие временные затраты на изготовление внешней обвязки удалось уменьшить примерно на 6-8 месяцев.

7. Заключение

Все положительные результаты подобного упрощения и оптимизации конструкции, изготовления труб по ЭГМ и сборки изделия по ЭМ смогут в полной мере проявить себя в серийном изготовлении.

Уже сейчас можно с уверенностью утверждать, что высокая точность и качество проработки ЭМ позволило избежать многих доработок, несостыковок, ошибок при изготовлении.

За счет применения ЭМ значительно сокращается время создания внешней обвязки, что существенно приближает к цели упрощая процесс выпуска КД.

ЭМ повысил экономическую эффективность разработки путем значительного сокращения расходов на материалы, что существенно повлияло на снижение стоимости и повышения доходности проектов в целом.